

# Spektralphotometrische Untersuchungen von mit „Aropur-Systemen“ behandelten Weinen

HERBERT KLIMA<sup>1</sup>, ALEXANDER GEISSLER<sup>1</sup>, ELMAR IDL<sup>1</sup> und GERHARD REDL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>TU Wien, Atominstytut, Technische Universität Wien  
A-1020 Wien, Stadionallee 2  
E-mail: Klima@ati.ac.at

<sup>2</sup>A-3744 Stockern 7

*Aropur-Systeme zur Harmonisierung von Weinen werden von der Firma C.D.W. Litterst - Biophysikalische Technik angeboten. Kontroversielle Berichte gaben Anlass, unterschiedliche Weine, die mit derartigen Systemen behandelt wurden, mittels Spektralphotometrie zu untersuchen. Es wurden 20 verschiedene Weine ausgewählt und durch Aropur-Systeme geleitet, in Flaschen abgefüllt und gemeinsam mit den unbehandelten Referenzen bei 4 °C gelagert. Die Extinktionen  $E(\lambda)$  der einzelnen Sortenweine und deren Referenzen wurden mit dem Spektralphotometer Perkin Elmer Lambda 19 unter Verwendung des Messprogramms UV-Winlab im Bereich von 200 nm bis 1300 nm mit einer Auflösung von 1 nm gemessen und die Messergebnisse als ASCII-Dateien abgespeichert. Dazu wurden sowohl für jeden einzelnen Wein als auch für dessen Kontrolle je zehn Proben aus den entsprechenden Flaschen gezogen und wiederholt gemessen. Die als ASCII-Daten vorliegenden Messergebnisse wurden in die Analyse- und Graphik-Software ORIGIN<sup>TM</sup> geladen, für jeden einzelnen Wein und dessen Kontrolle wurde die mittlere Extinktion  $E(\lambda)$  bestimmt und gegen die Wellenlänge  $\lambda$  graphisch dargestellt. Von den einzelnen Weinen scheinen aus spektralphotometrischer Sicht sieben Proben sehr wahrscheinlich unterschiedlich, fünf Proben möglicherweise unterschiedlich und acht Proben vermutlich nicht unterschiedlich.*

**Schlagwörter:** Wein, Aropur, Spektrophotometrie

*Spectrophotometric investigations of wines treated with "Aropur systems". Aropur systems for the harmonization of wines are offered by the company C.D.W. Litterst - Biophysikalische Technik. Controversial reports gave cause to investigate different wines, which had been treated with such systems, by means of spectrophotometry. 20 different wines were selected and pumped through Aropur systems, bottled and stored together with untreated references at 4 °C. The extinctions  $E(\lambda)$  of the single wines and their references were measured with the spectrophotometer Perkin Elmer Lambda 19 using the measuring software UV-Winlab within the range of 200 nm and 1300 nm with a resolution of 1 nm and saved as ASCII files. In addition both for each wine and its control variant ten samples were taken from the bottles and measured repetitively. The results of these measurements available as ASCII data were loaded into the analysis and diagram software program ORIGIN<sup>TM</sup>, for each wine and its control variant the average extinction  $E(\lambda)$  was determined and plotted against the wavelength  $\lambda$ . From the spectrophotometric point of view seven wines seemed very likely to be different, five samples seemed to be possibly different and eight samples probably not different.*

**Key words:** Wine, Aropur, spectrophotometry

*Examens spectrophotométriques de vins traités au moyen des «systèmes Aropur». Les systèmes Aropur destinés à l'harmonisation des vins sont proposés par la société Litterst Biophysikalische Technik. Des rapports controversés ont donné lieu à un examen spectrophotométrique de différents vins traités au moyen de ces systèmes. 20 vins différents ont été sélectionnés, acheminés dans des systèmes Aropur, embouteillés et stockés à 4°C en commun avec les vins de référence non traités. Les extinctions  $E(\lambda)$  des vins de chaque variété et leurs vins de référence ont été mesurées au spectrophotomètre «Perkin Elmer Lambda 19» en utilisant le logiciel de mesure UV-Winlab dans la gamme de 200 nm à 1300 nm avec une résolution de 1 nm et enregistrées en tant que fichiers ASCII. À cette fin, 10 échan-*

tillons ont été prélevés de chaque vin et de son vin de contrôle des bouteilles correspondantes et mesurés à plusieurs reprises. Les résultats de mesure sous forme de données ASCII ont été chargés dans le logiciel d'analyse et graphique ORIGIN. L'extinction moyenne  $E(\lambda)$  a été déterminée pour chaque vin et son vin de contrôle et représentée graphiquement contre la longueur d'onde  $\lambda$ . Du point de vue spectrophotométrique, sept échantillons de chaque vin des différents variétés s'avèrent différents, selon toute vraisemblance, cinq échantillons semblent être probablement différents et huit échantillons ne sont probablement pas différents.

**Mots clés :** vin, Aropur, spectrophotométrie

Die Physik kennt vier fundamentale Wechselwirkungen: schwere, elektromagnetische, schwache und starke Wechselwirkung. Die elektromagnetische Wechselwirkung ist die Basis für den Bau der Atome und Moleküle und somit auch für sämtliche Erscheinungen der Chemie und Biologie (FEYNMANN et al., 1970; FERCHER, 1999)

Die Phänomene des Elektromagnetismus wurden vor allem durch MICHAEL FARADAY (1791 - 1867) untersucht. Er erkannte, dass die Träger der elektromagnetischen Wechselwirkung zwischen elektrischen Ladungen bzw. Strömen elektrische und magnetische Felder sind. Faradays bekannteste Entdeckung ist sein Induktionsgesetz, wonach die zeitliche Änderung des Flusses eines magnetischen Feldes durch eine Leiterschleife in dieser eine elektrische Spannung induziert. MAXWELL (1873) formulierte Faradays Feldkonzept als Prinzipien des Elektromagnetismus in seinen berühmten Maxwell-Gleichungen, welche die theoretische Basis für sämtliche Naturerscheinungen mit Ausnahme der Welt des ganz Großen in der Kosmologie und der Welt des ganz Kleinen in der Kernphysik bilden. Alle übrigen Naturphänomene gehören dem Bereich des Elektromagnetismus an und sind letztlich nur über dessen Gesetze zu verstehen.

## Material und Methoden

### Aropur-Systeme

Die Firma C.D.W. Litterst - Biophysikalische Technik (D-77654 Offenburg, Im Schwarzwäldele 21) bietet so genannte „Aropur-Systeme“ an, die einen harmonisierenden Einfluss auf die Molekülverbände der Inhaltsstoffe von Flüssigkeiten (Weine, etc.) ausüben sollen. So spricht man etwa bei Weinen von einer aromaverstärkenden Wirkung der Aropur-Systeme. Diese sind üblicherweise so aufgebaut, dass zwei Metallrohre konzentrisch so ineinander gefügt werden, dass im Zwischenraum der beiden Rohre noch genügend Raum für eine wendelförmige Wicklung von Metalldraht bleibt,

die außenseitig auf dem inneren Rohr aufgebracht wird. Der Betrieb des Aropur-Systems erfordert keine elektrische Spannungsversorgung durch ein Netzgerät oder einen Akkumulator.

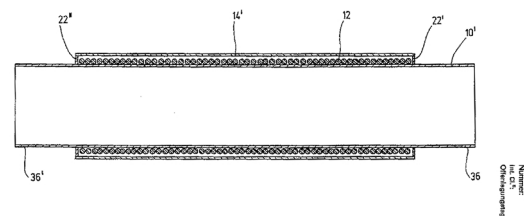


Abb.1: Längsschnitt durch ein Aropur System (oben) und reales Aropur-System (unten)

Gebräuchlich sind so genannte „4er“-, „6er“-, „8er“- oder „12er“-Aropur-Systeme, die sich durch die Anzahl der hintereinander geschalteten Rohre unterscheiden. Außerdem sind die „Rohre“ mit verschiedenen Innendurchmessern und somit unterschiedlichen Durchlaufkapazitäten erhältlich.

Die Hersteller nehmen Folgendes über die Wirkungsweise von Aropur-Systemen an:

Die überall in der Umwelt vorhandene elektromagnetische Strahlung ist die Energiequelle. Sie koppelt in den als Spule wirkenden Metalldraht ein und erzeugt dort Wechselströme der entsprechenden Frequenzen. Das

Spektrum reicht dabei von 50 Hz (Netzspannung) bis zu einigen GHz. Die Wechselströme wiederum erzeugen im Inneren der Spule ein elektromagnetisches Wechselfeld, das unter Umständen auf die dort befindliche Flüssigkeit wirken kann. Da uns die konkreten technischen Details des Aufbaus der verwendeten Aropur-Systeme nicht zur Verfügung standen, können zu der Annahme der Hersteller über deren Wirkungsweise außer den in der Einleitung über elektromagnetische Systeme vorgebrachten Darstellungen keine weiteren Erklärungen gegeben werden.

### Spektralphotometrie

Die Absorption von elektromagnetischer Strahlung ist eine universelle Eigenschaft der Materie; sie wird im Bereich von UV über VIS bis zum nahen IR zur Bestimmung der Struktur von Makromolekülen eingesetzt (NEUBACHER und LOHMANN, 1977). Die Spektralphotometrie benutzt das unterschiedliche Absorptions- bzw. Transmissionsverhalten von Substanzen gegenüber definierten Referenzsubstanzen und eignet sich auch zur Strukturbestimmung von Lösungen. Beim Durchgang von Licht durch ein optisches Medium (z.B. Wein) finden folgende Prozesse statt: Reflexion, Absorption und Transmission. Von der Intensität des einfallenden Lichtes  $I_{\text{einf}}$  wird ein Teil als  $I_{\text{ref}}^1$  reflektiert, ein Teil wird als  $I_{\text{abs}}$  absorbiert und ein Teil wird als  $I_{\text{trans}}$  durchgelassen bzw. transmittiert. Daher ergibt sich als Intensitätsbilanz:

$$I_{\text{einf}} = I_{\text{refl}} + I_{\text{abs}} + I_{\text{trans}}$$

Mit einem Spektralphotometer wird die optische Transmission  $I_{\text{trans}}$  einer Probe in einem definierten Bereich der Wellenlängen ( $\lambda$ ) von ultraviolett (UV) über sichtbar (VIS) bis zum nahen infrarot (IR) gemessen.

Die spektralen Transmissionswerte  $T(\lambda)$  bei einer bestimmten Wellenlänge ( $\lambda/\text{nm}$ ) als Quotient von  $I_{\text{trans}}$

$$T(\lambda) = \frac{I_{\text{Probe}}}{I_{\text{Referenz}}} \Leftrightarrow \%T = \frac{I_{\text{Probe}}}{I_{\text{Referenz}}} \cdot 100$$

(Probe) und  $I_{\text{trans}}$  (Referenz) werden entweder absolut oder relativ in %T ausgedrückt:

Die Absorption  $A$  wird aus der Änderung  $dI$  der Intensität  $I$  beim Durchgang durch eine Probe der infinitesimalen Dicke  $dx$  und der Konzentration  $c$  ermittelt, indem man einen proportionalen Ansatz mit der Proportionalitätskonstante  $\beta$  macht:

$$dI = -\beta c \cdot dx \cdot I \Leftrightarrow dI/I = -\beta \cdot c \cdot dx$$

Unbestimmte Integration der einfachen Differentialgleichung ergibt

$$\ln I = -\beta \cdot c \cdot x + C$$

Mit den Anfangsbedingungen für  $I(x=0) = I_0$  erhält man  $\ln I_0 = C$  und schließlich

$$\ln I/I_0 = -\beta \cdot c \cdot x$$

Man bezeichnet nun das Inverse  $\ln(I_0/I) = -\ln I/I_0 = \beta \cdot c \cdot x =: E$  als Extinktion  $E$  und den entsprechenden dekadischen Logarithmus  $\log_{10}(I_0/I) = -\log_{10}(I/I_0) = \beta \cdot c \cdot x =: A$  als Absorptionsmaß  $A$ .

Die spektrale Extinktion bei einer bestimmten Wellenlänge  $\lambda$  wird daher ausgedrückt durch  $E(\lambda)$

$$E(\lambda) = \ln I_{\text{Referenz}}/I_{\text{Probe}}$$

und die spektrale Absorption durch das Absorptionsmaß  $A(\lambda)$

$$A(\lambda) = \log_{10} I_{\text{Referenz}}/I_{\text{Probe}}$$

Dabei bezeichnet  $I_{\text{Probe}}$  die auf den Detektor auftretende Lichtintensität bei der Wellenlänge  $\lambda$  nach Durchgang durch die Probe resp.  $I_{\text{Referenz}}$  die Lichtintensität durch die Referenzprobe. Zwischen Absorption und Transmission gelten daher folgende Beziehungen:

$$100 \% T = 100 \% \text{ Transmission}$$

$$A = 0, \text{ d.h. keine Absorption - voll durchlässig}$$

$$0 \% T = 0 \% \text{ Transmission}$$

$$A \rightarrow \infty, \text{ d.h. starke Absorption - vollkommen undurchlässig}$$

Ziel vorliegender Arbeit war es mit chemischen oder physikalischen Methoden zu untersuchen, inwieweit die Behauptung der Firma Litterst, dass das Aropur-Verfahren die Molekularverbände harmonisiert sowie vereinzelte, gleichartige Moleküle sortenrein zu größeren, zusammenhängenden Strukturen zusammenführt, nachvollziehbar ist. Eine geeignete physikalische Methode zur Untersuchung der Veränderungen von Molekülverbänden ist die Spektralphotometrie. Diese wurde verwendet, um unbehandelte und mit Aropur-Systemen behandelte Sortenweine auf Veränderungen ihrer Absorptions- bzw. Extinktionsspektren zu untersuchen.

## Probenmaterial

Es wurden Weinproben von Betrieben durchschnittlicher Qualität und mittlerer Größe gewählt. Die Art der Weinproben erstreckte sich von herkömmlichen Weiß- bzw. Rotweinen bis hin zu fehlerhaften und biologisch produzierten Weinen. Bei der Herkunft wurden sowohl Österreich (Burgenland, Niederösterreich, Steiermark) als auch das Ausland (Frankreich, Italien, Portugal) berücksichtigt (Tabelle 1).

Die Behandlung der Weine mit Aropur erfolgte sowohl in Kombination eines „6er“-Systems mit einem „2er“-System „WAS DN 40“ (8 Rohre mit je 50 cm Länge und 5 cm Durchmesser) als auch mit einem „6er“-System „WAS DN 40“ (6 Rohre mit je 50 cm Länge und 5 cm Durchmesser). Der zu behandelnde Wein wurde mittels einer Weinpumpe durch die Aropur-Systeme gepumpt, wobei auf gleichmäßige Pumpleistung geachtet wurde. Bei fehlerhaften Weinen wurde die Durchlaufzahl und damit die Behandlungsdauer erhöht.

Die Behandlungsdauer wurde unterschiedlich zwischen

Tabelle 1:  
Art, Sorte, Jahrgang und Herkunft der untersuchten Weine

Nr.	Weinart	Sorte	Jahrgang	Herkunft
1	Rot, Barrique	Cuvée Portweinsorten	1977	Douro (P)
2	Rot, Barrique	Cuvée Bordeauxsorten	1998	Bordeaux (F)
3	Rot, Barrique	Montepulciano d'Abruzzo	1998	Abruzzen (I)
4	Weiß	Sauvignon blanc	1999	Südsteiermark (A)
5	Weiß	Grüner Veltliner	1998	Weinviertel (A)
6	Weiß	Chardonnay	1999	Kamptal (A)
7	Weiß	Cuvée GV + CH	1999	Kremstal (A)
8	Weiß	Grüner Veltliner	1999	Kamptal (A)
9	Rot, Umkehrosrose	Zweigelt	1999	Kamptal (A)
10	Rot	Cuvée ZW + BF	1999	Kremstal (A)
11	Weiß	Gemischter Satz	1999	Wien (A)
12	Rot, Barrique	Zweigelt	1999	Neusiedlersee-Hügelland (A)
13	Rot, Barrique	Blaufränkisch	1999	Neusiedlersee-Hügelland (A)
14	Rot	Blaufränkisch	1999	Neusiedlersee (A)
15	Rot, Barrique	Blaufränkisch	1999	Carnuntum (A)
16	Rot	Zweigelt	1999	Neusiedlersee-Hügelland (A)
17	Weiß	Chardonnay	1999	Weinviertel (A)
18	Rot	Sortengemisch	1999	Weinviertel (A)
19	Weiß	Muskateller	1999	Südsteiermark (A)
20	Rot	Blaufränkisch	1998	Neusiedlersee-Hügelland (A)

10 und 120 Minuten gewählt. Zugleich wurde unmittelbar vor der Behandlung eine unbehandelte Referenzprobe gezogen, die gleichen Pumpzyklen (jedoch ohne Aropur-System) unterzogen wurde. Die Weine wurden dann in Flaschen gefüllt und bei 4°C gelagert. Weiters wurde ein Testmodul (1 Rohr mit 100 cm Länge und 10 cm Durchmesser) verwendet, in dem je eine Flasche Wein 24 Stunden behandelt wurde (Tabelle 2).

Tabelle 2:  
Auflistung der verschiedenen Behandlungsvarianten

Nr.	Sorte	System	Behandlungsdauer	Durchflussrate
1	Cuvée Portweinsorten	Testmodul	1x 24 h	
2	Cuvée Bordeauxsorten	Testmodul	1x 24 h	
3	Montepulciano d'Abruzzo	Testmodul	1x 24 h	
4	Sauvignon blanc	Testmodul	1x 24 h	
5	Grüner Veltliner	WAS DN 40 – 8 Rohre		1x 1.700 l / 45 min
6	Chardonnay	WAS DN 40 – 8 Rohre		1x 2.200 l / 90 min
7	Cuvée GV + CH	WAS DN 40 – 8 Rohre		1x 300 l / 30 min
8	Grüner Veltliner	WAS DN 40 – 8 Rohre		1x 500 l / 20 min
9	Zweigelt	Testmodul	1x 24 h	
10	Cuvée ZW + BF	WAS DN 40 – 8 Rohre		1x 900 l / 20 min
11	Gemischter Satz	WAS DN 40 – 8 Rohre		1x 300 l / 10 min
12	Zweigelt	WAS DN 40 – 8 Rohre		1x 900 l / 20 min
13	Blaufränkisch	WAS DN 40 – 8 Rohre		2x 300 l / 10 min
14	Blaufränkisch	WAS DN 40 – 8 Rohre		2x 300 l / 10 min
15	Blaufränkisch	WAS DN 40 – 8 Rohre		1x 300 l / 10 min
16	Zweigelt	WAS DN 40 – 8 Rohre		2x 2.500 l / 90 min
17	Chardonnay	WAS DN 40 – 6 Rohre		3x 1.000 l / 45 min
18	Sortengemisch	WAS DN 40 – 6 Rohre		3x 1.500 l / 120 min
19	Muskateller	Testmodul	1x 24 h	
20	Blaufränkisch	System Prett		1x Eigenbehandlung Pretterebner

## Messgerät

Zur Messung der spektralen Extinktion  $E(\lambda)$  bzw. Absorption  $A(\lambda)$  wurde das Spektralphotometer „Perkin Elmer Lambda 19“ verwendet. Dieses Gerät ist ein Zweistrahlphotometer, das die Messwerte der Probe mit den Messwerten einer Referenzprobe vergleicht. Die Wellenlängenauflösung des Geräts kann je nach Bedarf variiert werden. Die Auflösung betrug bei den vorgesehenen Messserien 1 nm. Vor Beginn einer Messserie wurden über eine Kalibration die Messwerte beider Kanäle aufeinander abgeglichen (background correction). Die Kalibration erfolgte hier durch die Abgleichung beider Kanäle für Küvetten, die mit Luft gefüllt wurden. Um systematische Fehler auszuschließen, wurde für alle Einzelmessungen stets das gleiche Paar von Messküvetten verwendet.

Der Nullabgleich beseitigt die Einflüsse von Messgerät und Küvetten auf das Endergebnis. Dieser Abgleich wurde vor jeder neuen Weinprobe durchgeführt. Zum Nullabgleich des Messgerätes wurden beide Küvetten vorher mit Ethanol gespült, mit Druckluft getrocknet und verschlossen in die Probenhalterung des Messgerätes gestellt. Anschließend wurde der automatische Nullabgleich gestartet. Während des gesamten Mess-

vorgangs einschließlich des Nullabgleichs wurde das Spektralphotometer mit Stickstoff gespült, um Wasserdampf und Sauerstoff, welche das Ergebnis hätten verfälschen können, aus dem Gerät zu entfernen. Das zum Betrieb des Spektralphotometers notwendige Messprogramm ist „UV-Winlab“.

## Messmethode

Jede Weinprobe (3 ml) wurde insgesamt 20 Einzelmessungen unterzogen, je zehn für Referenzen und je zehn für Proben. Die einzelnen Proben wurden alternierend (behandelte bzw. unbehandelte Probe) in die dafür vorgesehene Halterung gestellt und jeweils mit zwei Durchgängen gemessen. Der durchlaufene Wellenlängenbereich deckte das spektrale Fenster zwischen 200 nm und 1300 nm ab. Die Auflösung betrug 1 nm, die Scangeschwindigkeit 240 nm/min.

## Auswertung und Darstellung der Daten

Am Ende eines jeden Messtages wurden die gefundenen ASCII-Daten (Extinktions- bzw. Absorptionswerte) gemittelt und mit dem Programm ORIGIN<sup>TM</sup> dargestellt. Dieses Programm erlaubt eine flexible graphische

### Weinprobe 1 (repräsentiert „sehr wahrscheinlich Unterschiede“)

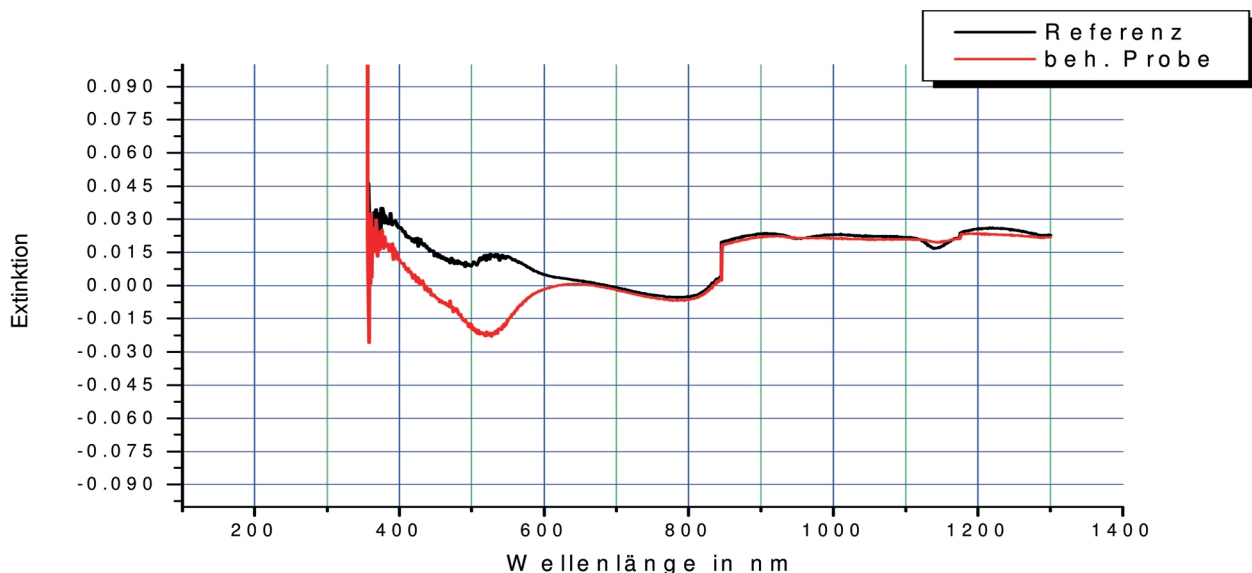


Abb. 2: Weinprobe 1 (repräsentiert „sehr wahrscheinlich Unterschiede“)  
 Wein: Cuvée von Tinta Roriz - Touriga Nacional - Tinto Cao  
 Qualität: DOC, Jahrgang 1977 Reserva, Alkohol: 12 % trocken  
 Behandlungsdatum: 3. 8. 2000, 24 h im Testmodul (Originalflasche)

**Weinprobe 10 (repräsentiert „möglicherweise Unterschiede“)**

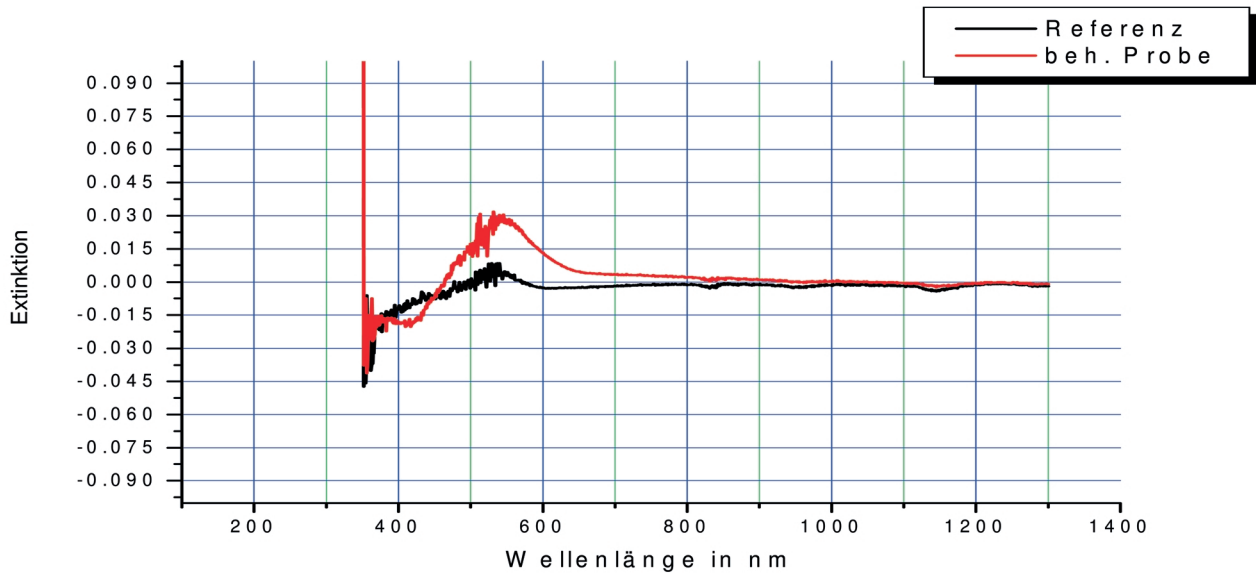


Abb. 3: Weinprobe 10 (repräsentiert „möglicherweise Unterschiede“)  
 Wein: Cuvée aus Zweigelt und Blaufränkisch (7:3)  
 Qualität: Qualitätswein, Jahrgang 1999  
 Behandlungsdatum: 7. 8. 2000, 900 Liter durch „8er“-System in 20 min.

**Weinprobe 11 (repräsentiert „vermutlich keine Unterschiede“)**

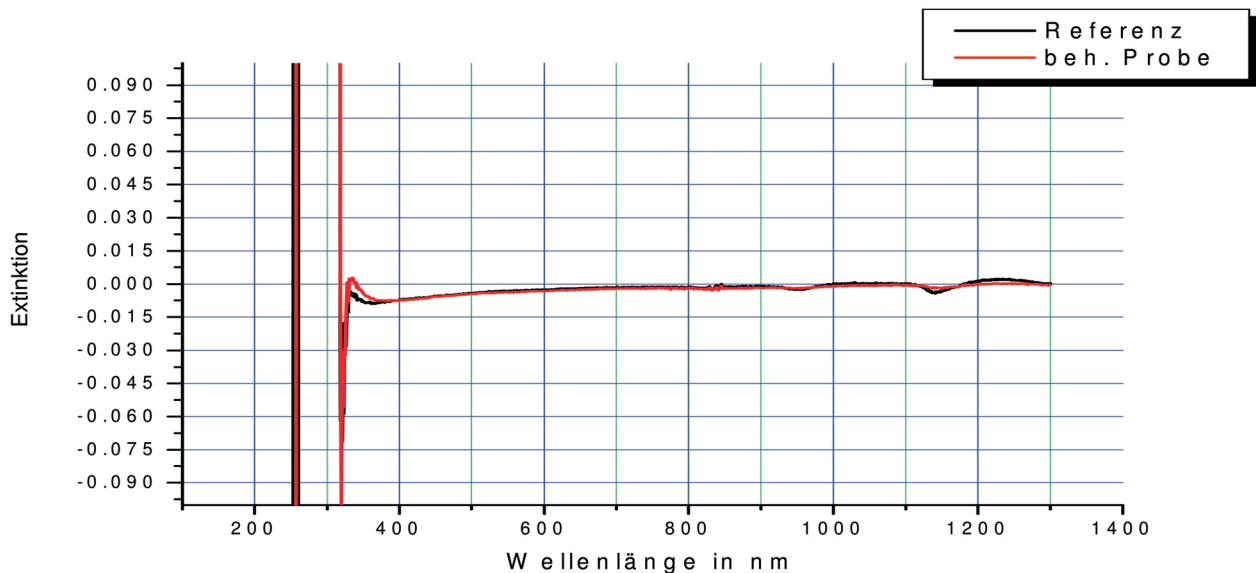


Abb 4: Weinprobe 11 (repräsentiert „vermutlich keine Unterschiede“)  
 Cuvée aus verschiedenen Weißweinsorten (gemischter Satz)  
 Qualität: Qualitätswein, Jahrgang 1999  
 Behandlungsdatum: 11. 8. 2000, 300 Liter durch „8er“-System in 10 min.

Darstellung der Daten und eine mathematische Weiterbehandlung. In weiterer Folge wurden die Daten gemittelt und in Wordfiles umgewandelt.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Messungen von 20 behandelten Weinproben und 20 Referenzen wurden in drei repräsentative Gruppen geteilt: Sieben Weinproben (Nummer: 1, 3, 6, 7, 12, 13, 16), repräsentiert durch Weinprobe 1 (Abb. 2), fallen in die Gruppe „sehr wahrscheinliche Unterschiede“, fünf (Nummer: 5, 9, 10, 15, 18), repräsentiert durch Weinprobe 10 (Abb. 3), fallen in die Gruppe „möglicherweise Unterschiede“ und acht (Nummer: 2, 4, 8, 11, 14, 17, 19, 20), repräsentiert durch Weinprobe 11 (Abb. 4), fallen in die Gruppe „vermutlich keine Unterschiede“.

Da uns die konkreten technischen Details des Aufbaus der verwendeten Aropur-Systeme nicht zur Verfügung standen, konnten außer den in der Einleitung über elek-

tromagnetische Systeme vorgebrachten Darstellungen keine weiteren Erklärungen hinzugefügt werden.

## Literatur

- GÖSSINGER, M., STEIDL, R. und SÄMANN, H. 2001: Untersuchungen bezüglich des Einflusses des Wein-Aroma-Systems „Litterst“ auf die Qualität von Weinen und Destillaten. Mitt. Klosterneuburg 51: 163-165
- FEYNMAN, R.P., LEIGHTON, R.B. and SANDS, M. (1970): The Feynman lectures on physics. - Reading (Mass.): Addison-Wesley, 1970
- FERCHER, A.F. (1999): Medizinische Physik : Physik für Mediziner, Pharmazeuten und Biologen, S. 327. 2. Aufl. - Wien: Springer, 1999, pg. 327
- MAXWELL, J.C. (1873): A Treatise on electricity and magnetism. - Oxford: Clarendon Press, 1873
- NEUBACHER, H. und LOHMANN, W. (1977): Anwendung der Spektralphotometrie im UV- und sichtbaren Bereich. In: Hoppe, W., Lohmann, W., Markl, H. und Ziegler, H. (Hrsg.): Biophysik, pg. 95. - Berlin: Springer, 1977

Manuskript eingelangt am 21. Juni 2004